

**OPTICAL LIQUID LEVEL SENSOR**

Patent Number: JP2000258223  
Publication date: 2000-09-22  
Inventor(s): HOKODATE TATSUYA; KANETANI  
Applicant(s): MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
Requested Patent: ☐ JP2000258223  
Application: JP19990065055 19990311  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G01F23/28  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To know the residual quantity of a liquid instantaneously at any accuracy from the height of a liquid level which irregularly sways in an inclined oscillating tank.

**SOLUTION:** The height of one liquid level 22 is measured at a plurality of points by a plurality of laser irradiation devices 6 to measure the locations of a plurality of the points of a dynamic liquid level simultaneously and to output the average height of the liquid level at any accuracy in real time. As the residual quantity of the liquid is instantaneously computed in real time from its virtual liquid level, which is the average liquid level, it is possible to detect the residual quantity of the liquid in the dynamic body in real time. The refractive indexes of the known liquid and a medium which has an interface in the surface of the liquid are known, and laser irradiation may be a reflection type or a transmission type.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-258223  
(P2000-258223A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) IntCl.<sup>7</sup>  
G 0 1 F 23/28

識別記号

F I  
G 0 1 F 23/28

テームト (参考)  
J 2 F 0 1 4

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全6頁)

(21) 出願番号 特願平11-65055

(22) 出願日 平成11年3月11日 (1999.3.11)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 鈴木 竜也

長崎県長崎市鮎の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎造船所内

(72) 発明者 金谷 一慶

長崎県長崎市鮎の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎造船所内

(74) 代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

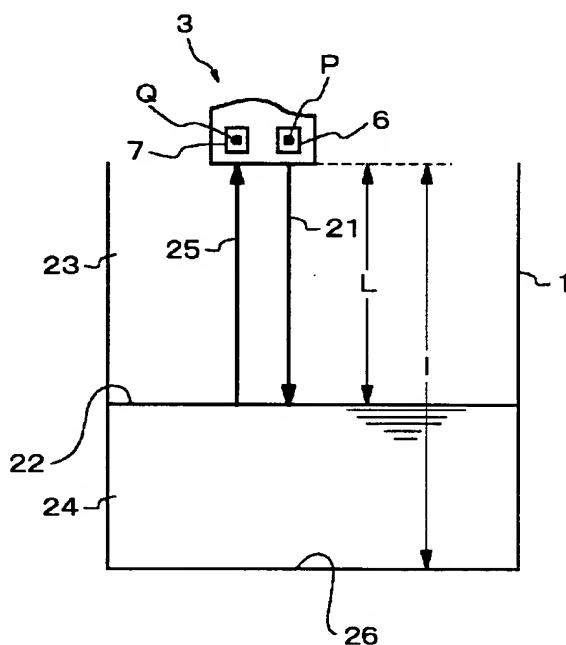
Fターム(参考) 2F014 AA01 AA07 AB01 FA02 GA01

(54) 【発明の名称】 光学式液体レベルセンサ

(57) 【要約】

【課題】 傾斜し動揺するタンクの中で不規則に揺れる液面の高さからを瞬時に任意の精度で液体残量を知る。

【解決手段】 複数・レーザー照射器6により1つの液面22の高さが複数点A, B, Cで測定され、動的液面の複数点の高さ位置が同時に計測され、その液面の平均的高さが任意の精度でリアルタイムに出力される。平均的液面である仮想液面からその液体の残量がリアルタイムに瞬時に計算され、動体中の液体の残量をリアルタイムで検出することができる。既知である液体、液体の表面を境界面にする媒質の屈折率は既知であり、レーザー照射は、反射型、透過型のいずれでもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】1つの液面の高さを複数点で測定するための複数・レーザーを照射するための照射器からなる光学式液体レベルセンサ。

【請求項2】請求項1において、更に、前記複数点で測定した液面の高さから仮想液面を計算するための計算機からなることを特徴とする光学式液体レベルセンサ。

【請求項3】請求項2において、更に、前記仮想液面から前記液面を形成する液体の残量を計算するための計算機からなることを特徴とする光学式液体レベルセンサ。

【請求項4】請求項2において、前記複数点は少なくとも3点であり、前記3点に対応して3つのレーザーを照射する照射器は独立した3つのレーザー照射器であり、更に、前記レーザーを受光するための独立した複数・受光器からなり、前記仮想液面を計算するための前記計算機は、前記複数・レーザーのそれぞれの発射時刻と前記受光器による前記複数・レーザーのそれぞれの受光時刻とからそれぞれにその点での現実の前記液面のそれぞれの高さを計算し、且つ、前記それぞれの液面の高さから前記仮想液面の高さを平均的な液面の高さとして計算することを特徴とする光学式液体レベルセンサ。

【請求項5】請求項4において、前記液面と前記レーザー照射器との間の距離を $L$ で表し、前記液面と前記レーザー照射器との間の媒質の屈折率を $n$ で表し、光速度を $c$ で表せば、次式：

$$n \cdot L = (1/2) \cdot c \cdot \Delta t$$

で表される時間 $\Delta t$ が計測され、

前記仮想液面を計算するための前記計算機は、前記 $\Delta t$ から前記 $L$ 又は前記液面の高さを計算することを特徴とする光学式液体レベルセンサ。

【請求項6】請求項4において、前記複数・受光器は前記液体を収納しているタンクの底面上に固定されてそれぞれに配置され、前記液面と前記レーザー照射器との間の距離を $L$ で表し、前記液面と前記レーザー照射器との間の媒質の屈折率を $n$ で表し、前記液面と前記受光器の位置との間の距離を $l$ で表し、前記液体の屈折率を $n'$ で表し、光速度を $c$ で表せば、次式：

$$n \cdot L + n' \cdot (l - L) = c \cdot \Delta t$$

で表される時間 $\Delta t$ が計測され、

前記仮想液面を計算するための前記計算機は、前記 $\Delta t$ から前記 $L$ 又は距離 $(l - L)$ を計算することを特徴とする光学式液体レベルセンサ。

【請求項7】請求項5又は6において、前記複数・レーザー照射器は、互いの位置が固定されて1ユニットとして一体化されていることを特徴とする光

学式液体レベルセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、タンク内の液体の液面の高さを測定して液体残量を知るための光学式液体レベルセンサに関し、特に、車両、船舶に積載されている液体のレベルを測定するための光学式液体レベルセンサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】各種液体が車両・船舶のような移動体で輸送され、移動体はこれの移動に必要な液体、その他の液体を積載している。多くの場合、その液体の残量を知る必要がある。液体の液面を計測するための手段として、圧力式のもの、フロート式のもの、昇降式計測器具、電極を用いた電気的解析装置、音波を利用するものなど多様なものが知られている。

【0003】傾斜し動揺するタンクの中で不規則に揺れる液面の高さを正確に知ることが、このような公知手段によっては困難である。傾斜し動揺するタンクの中で不規則に揺れる液面の高さを正確に知ることが求められている。更に、瞬時にその液面の高さを知ることが望まれる。更には、任意の精度で液体残量を知ることが重要である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、瞬時に任意の精度で液体残量を知ることができる光学式液体レベルセンサを提供することにある。本発明の他の課題は、傾斜し動揺するタンクの中で不規則に揺れる液面の高さを瞬時に任意の精度で知ることができる光学式液体レベルセンサを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中の請求項対応の技術的事項には、括弧( )つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、請求項対応の技術的事項と実施の複数・形態のうちの少なくとも1つの形態の技術的事項との一致・対応関係を明白にしているが、その請求項対応の技術的事項が実施の形態の技術的事項に限定されることを示すためのものではない。

【0006】本発明による光学式液体レベルセンサは、1つの液面(22)の高さを複数点(A, B, C)で測定するための複数・レーザーを照射するための照射器(6)からなり、動的液面の複数点の高さ位置が同時に計測され、その液面の平均的高さを任意の精度でリアルタイムに知ることができる。

【0007】複数点で測定した液面の高さから仮想液面を計算するための計算機からなることは、液面の高さのリアルタイムの測定を容易にする。その仮想液面から液面を形成する液体の残量を計算するための計算機を持つことは、タンク内の液体残量をリアルタイムで知ること

ができる点で特に重要である。

【0008】その複数点は少なくとも3点であり、その3点に対応して3つのレーザーを照射する照射器(6)は独立した3つのレーザー照射器であり、更に、レーザーを受光するための独立した複数・受光器(7)からなり、その仮想液面を計算するための計算機は、複数・レーザーのそれぞれの発射時刻と受光器(7)による複数・レーザーのそれぞれの受光時刻とからそれぞれにその点での現実の液面のそれぞれの高さを計算し、且つ、それぞれの液面の高さから仮想的液面の高さを平均的な液面の高さとして計算する。

【0009】液面とレーザー照射器との間の距離を $L$ で表し、液面とレーザー照射器との間の媒質の屈折率を $n$ で表し、光速度を $c$ で表せば、次式： $n \cdot L = (1/2) \cdot c \cdot \Delta t$ 、で表される時間 $\Delta t$ が計測され、仮想液面を計算するための計算機は、 $\Delta t$ から $L$ 又は液面の高さを計算する。このような計算は、瞬時に行われうる。

【0010】複数・受光器(6)は液体を収納しているタンクの底面上に固定されてそれぞれに配置され、液面(22)とレーザー照射器(6)との間の距離を $L$ で表し、液面(22)とレーザー照射器(6)との間の媒質の屈折率を $n$ で表し、液面(22)と受光器(6)の位置との間の距離を $l$ で表し、液体の屈折率を $n'$ で表し、光速度を $c$ で表せば、次式： $n \cdot L + n' \cdot (1 - L) = c \cdot \Delta t$ 、で表される時間 $\Delta t$ が計測され、仮想液面を計算するための計算機は、 $\Delta t$ から $L$ 又は距離 $(1 - L)$ を計算する。

【0011】複数・レーザー照射器(6)は、互いの位置が固定されて1ユニットとして一体化されていることが特に好ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】図に一致対応して、本発明による光学式液体レベルセンサの実施の形態は、液体タンクが設けられている。その液体タンク1には、蓋2が固着されている。蓋2は、液体タンク1の天井であることもある。蓋2には、3器の複数・レーザー機器3、4、5が固着されている。複数・レーザー機器3、4、5は、互いにそれらの相対的位置が固定され、1ユニットとして一体化されている。

【0013】複数・レーザー機器3、4、5は、図2に示されるように、複数・レーザー照射器6と複数・レーザー受光器7とから形成されている。複数・レーザー照射器6は、それぞれに位置対応して、複数・レーザー受光器7の近接位置に配置されている。1対のレーザー機器3は、1つのレーザー照射器6と1つのレーザー受光器7とから形成されている。1対を形成する1つのレーザー照射器6と1つのレーザー受光器7とは、相対的に固定されている。3対のレーザー機器3、4、5は、互いに相対的に固定されている。

【0014】複数・レーザー照射器6は、照射方向に送信されるパルス・レーザーの特定の発信点Pの瞬時通過を高精度に計測することができる第1通過計測器をそれぞれに備えている。複数・レーザー受光器7は、そのパルス・レーザーの特定の受信点Qの瞬時通過を高精度に計測することができる第2通過計測器をそれぞれに備えている。

【0015】発信制御器8が、複数・レーザー機器3、4、5の光源である複数・レーザー発振器9に接続している。発信制御器8は、複数・レーザー発振器9のそれぞれの発振タイミング、そのパルス幅、レーザーの変調を制御する。複数・レーザー照射器6及び複数・レーザー受光器7は、信号処理装置11に接続している。複数・レーザー照射器6が計測する通過信号は第1電圧信号12として信号処理装置11に送信される。

【0016】複数・レーザー受光器7が計測する通過信号は、第2電圧信号13として信号処理装置11にそれぞれに送信される。第2電圧信号13は、増幅装置14を介して増幅され信号処理装置11に送信される。信号処理装置11は、その信号処理結果信号15を表示装置16に送信する。

【0017】図3は、本発明による液面高さ計測方法の実施の形態を示している。1対のみ即ちレーザー機器3のみが図示されている。複数・レーザー照射器6の既述の発信点Pから発射される入射光21は、液面22で反射する。液面22は、媒質23(例：空気、液体から蒸発した気体、防爆用ガス)の屈折率と液体24の屈折率が不連続に接続する面である。

【0018】入射光21は、液面22で有効に反射する。液面22で反射した反射光25は、レーザー受光器7の既述の受信点Qに入射する。第1電圧信号12と第2電圧信号13を受信する信号処理装置11は、発信点Pの通過時刻 $T_1$ と受信点Qの通過時刻 $T_2$ ( $T_2 > T_1$ )とから、それらの時間差 $t$ を計算する計算機(図示せず)を備えている。

【0019】発信点Pと受信点Qが仮に同一水平面上になくても、これら両点は互いに近傍にあるので、それらの基準面(例：タンク1の底面26)から等距離にあるとみなすことができる。レーザー機器3は、液体タンク1に対して相対的に固定されている。点P、Qと液面22との間の鉛直方向距離は、未知数 $L$ で表される。入射光21と反射光25は、実質的に鉛直方向の光軸を備えているとみなすことができる。

【0020】媒質23の屈折率を $n$ で表すと、次式が成立する。

$$n \cdot L = (1/2) \cdot c \cdot \Delta t \cdots (1)$$

式(1)の右辺の $\Delta t$ は、信号処理装置11により高精度に計測されている既知数である。式(1)から、未知数である距離 $L$ が信号処理装置11が持つ計算機(図示せず)により計算されて求められる。距離 $L$ は、レーザ

一機器3の基準点(例:P、Q)と液面22との間の距離である。レーザー機器3と底面26との間の距離1は既知であるから、液体の深さは、 $(1-L)$ として計算される。

【0021】このような複数・距離Lが、複数・箇所(例:3カ所)で計算されて求められる。図4は、射軸投影図である。3点A、B、Cに関して計算された距離L1、L2、L3は、一般的に異なっている。現実の液面22Rは、タンクの水平面に対する傾斜、タンクの揺れにより、傾斜しながら液面になっている。3点A、B、Cに関して計算された距離L1、L2、L3は、平均化される。その平均化は、算術平均、2乗平均など慣用の統計用処理関数が用いられる。

【0022】このような処理を受けて形成される平面が仮想液面22Iとして算出される。仮想液面22I上では、動的3点A、B、Cは、同一水平面上にある静的3点A'、B'、C'に写されている。静的3点A'、B'、C'で形成される3角形の面積に液体の深さ $(1-L)$ を掛けた値が、その部分に関する液体の残量(体積)である。

【0023】このような3点は、局所的に設定され、又は、大域的に設定される。動揺がなく傾斜だけしているタンクの場合には、その3点は局所的に設定され、動揺が小刻みで傾斜がない場合は、局所的に設定される。動揺と傾斜の両方を無視できない場合は、局所的3点セットの当該装置を大域的に3カ所に設置する。即ち、9点に設置される。タンクが一辺が他辺に対して十分に大きい直方体状であれば、3点セットは2点セットに代えることができる。

【0024】図5は、本発明による光学式液体レベルセンサの実施の他の形態を示している。この実施の形態が既述の実施の形態と異なる点は、レーザー機器3、4、5が、上方位置と下方位置に振り分けられて配置されている点である。複数・レーザー照射器6は、既述の実施の形態のそれらと同じ位置、即ち、蓋2に設けられている。その設けられ方は、既述の実施の形態に全く同じである。

【0025】3つの複数・レーザー受光器7は、3つの複数・レーザー照射器6のそれぞれの鉛直下方で液体タンク1の底の上面にそれぞれに配置されている。複数・レーザー受光器7の信号処理装置11に対する接続関係は、既述の通りである。複数・レーザー受光器7の増幅装置14を介した信号処理装置11に対する接続関係も、既述の通りである。発信制御器8の複数・レーザー照射器6に対する接続関係も既述の通りである。各レーザー発振器9も既述の通りである。

【0026】反射型でない透過型のこのような実施の形態の測定原理は、図6に示されている。次式が成立す

る。

$$n \cdot L + n' \cdot (1-L) = c \cdot \Delta t \cdots (2)$$

ここで、 $n'$ は、液体である媒質24の屈折率である。信号処理装置11は、式(2)を計算するための計算機(図示せず)を備えている。 $\Delta t$ は計測値であり、未知数はLだけである。このLが、計算により求められる。 $(1-L)$ から液体の深さが計算される。3点でLが計算されることは、既述の実施の形態と全く同じである。

【0027】レーザー発振器9は、1体のみを設けることができる。3点での計測のためのレーザー(光)束は、1つのレーザー発振器9が出力する1つの光束をビームスプリッターで分けた3光束として利用され得る。各レーザー束は、液面、又は、受光面で焦点に収束するようにすることができる。実用的に高精度な $\Delta t$ の計測は現在の技術で十分であるが、気圧、温度により変化する媒質の屈折率を正確に知るためには、タンク1内に気圧計、温度計を備えることが重要である。

【0028】レーザー・パルスは変調され、その変調部分のみが計測のために用いられる。残量は、表示装置16の画面に表示され、残量はリアルタイムでオペレータに提供される。液面の形状を表示装置16の画面にリアルタイムで表示することも可能である。複数・箇所のレーザー照射は、同時的である必要はない。

【0029】従来の液面レベルセンサは、多数の計測ポイントでの計測が原理的に困難であり、動揺などの外乱に対して弱い計測手段であるが、レーザーを用いる場合は局所的多数点計測が可能であるので、小刻みな波の波面の計測が可能であり、残量測定の精度が極めて高くなる。

【0030】

【発明の効果】本発明による光学式液体レベルセンサは、その液面測定系が外乱に対して極端に強い。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による光学式液体レベルセンサの実施の形態を示す射軸投影図である。

【図2】図2は、レーザー機器を示す正面断面図である。

【図3】図3は、測定原理を示す正面図である。

【図4】図4は、測定原理を示す射軸投影図である。

【図5】図5は、本発明による光学式液体レベルセンサの実施の他の形態を示す射軸投影図である。

【図6】図6は、他の測定原理を示す正面図である。

【符号の説明】

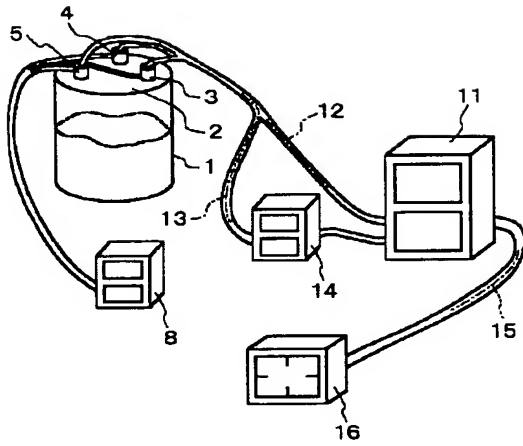
6…複数・(レーザー)照射器

7…複数・受光器

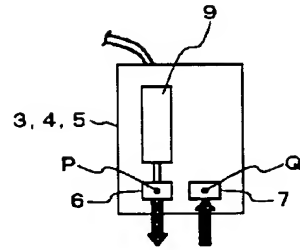
22…液面

A、B、C…複数点

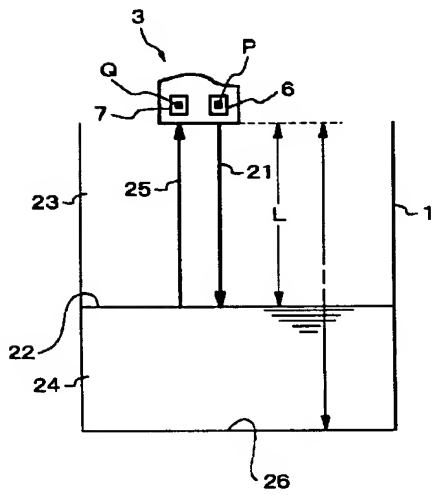
【図1】



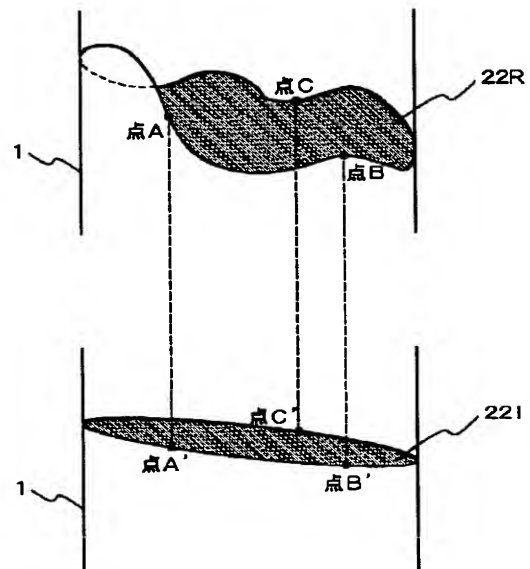
【図2】



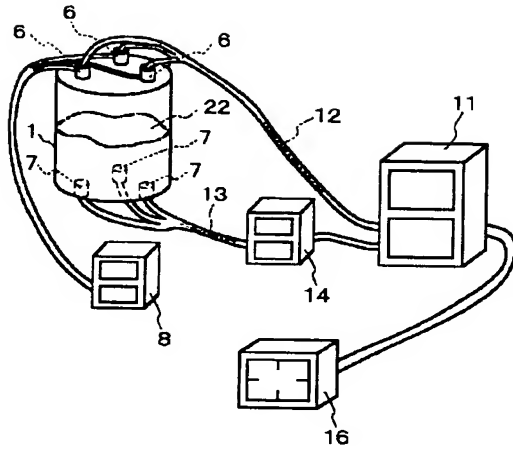
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

